

УДК 622.24.085

РУСАНОВ В.А., РЯЗАНОВ А.Н. (ДонНТУ)

ПОВЫШЕНИЕ СОХРАННОСТИ КЕРНОВОЙ ПРОБЫ ПРИ БУРЕНИИ ПОДВОДНЫХ СКВАЖИН КОЛОНКОВЫМИ ПРОБООТБОРНИКАМИ С ГИДРОУДАРНЫМ ПРИВОДОМ

При проведении подводных геологоразведочных и инженерно-геологических исследований возникает проблема определения степени достоверности интерпретации образцов донного грунта, полученных с помощью колонковых пробоотборников. Накопленный опыт эксплуатации морских колонковых пробоотборников указывает на сильные нарушения образцов грунта, касающиеся как несоответствия длины отбираемой пробы глубине внедрения грунтоноса, так и изменения физико-технических характеристик грунта, находящегося внутри колонковой трубы.

Повышение эффективности заполнения колонковых снарядов рыхлыми породами может быть достигнуто следующими способами [1]:

- увеличение диаметра бурения;
- снижение коэффициентов внешнего и внутреннего трения грунта;
- создание в процессе пробоотбора промывки в скважине.

Соответствующее увеличение диаметра бурения с целью получения колонки грунта необходимой длины, как правило, экономически невыгодно, так как это приводит к резкому повышению сопротивления грунтового массива, требует применения более мощного энергетического, бурового и грузоподъемного оборудования.

Применение вкладышей показало [2], что использование вкладышей повышает выход керна на 14,8%. Однако, такого увеличения длины пробы керна явно недостаточно для отбора керна длиной 8–10 м, как того требуют современные задачи морской геологии.

Существенное снижение коэффициента внешнего и внутреннего трения грунта достигается при использовании вибрационных погружателей. Тем не менее, использование вибрации как единственного способа повышения выхода керна рыхлых грунтов недостаточно эффективно. Вибрационные пробоотборники, в конструкциях которых не использованы другие эффективные способы увеличения длины рейса и повышения качества керновой пробы, обычно не позволяют отбирать пробы рыхлых грунтов с глубины более 2–3 м [3].

С целью увеличения выхода керна в практике геологоразведочных работ, проводимых как на суше, так и на море, широко используется обратная промывка буровых скважин.

Анализ технической литературы [1] показывает высокую эффективность использования в существующих технических средствах пробоотбора способа увеличения выхода керна, основанного на создании всасывающей обратной промывки в скважине.

Выполнения штока бойка гидроударного механизма погружателя установок подводного бурения УГВП-130(150) в виде поршня и установка в нижней наковальне всасывающего и нагнетательного клапанов позволили образовать в пробоотборнике встроенный насосный блок одинарного действия, который дает возможность создавать в колонковом наборе обратную призабойную промывку. Сравнительные испытания разработанных разновидностей насосных блоков показали, что наиболее стабильную работу имеет модификация с осевым расположением клапанов (рис. 1, а).

Однако, в процессе интенсивной эксплуатации установок для решения геологоразведочных задач в шельфовой зоне СССР (в последствии СНГ) выявился существенный недостаток разработанной конструкции. В момент перестановки клапанов в цилиндре насосного блока возникает гидравлический удар, повышение давления при котором можно представить в общем виде [4]:

$$\Delta P = \sqrt{\alpha} \rho a V, \quad (1)$$

где α — поправка на неравномерное распространение скоростей в поперечном сечении трубы (для ламинарного течения $\alpha=1,33$, при турбулентном — $\alpha=1,015-1,035$); ρ — плотность жидкости, кг/м³; a — скорость распространения волн сжатия и расширения в жидкости, м/с; V — скорость потока жидкости в момент перестановки клапанов, м/с.

Волна гидроударного давления, распространяясь в верхней части керноприемной трубы, отрицательно воздействует на формирующийся керн, представленный, как правило, на начальном этапе бурения слабосвязными, либо вовсе рыхлыми грунтами. Такая гидроударная волна может серьезно деформировать, а то и вовсе разрушить верхнюю часть керновой пробы.

Скорость потока жидко-

сти на фазе всасывания можно определить из уравнения перемещения свободной поверхности жидкости в рабочей камере насосного блока в течение 1-й и 2-й фаз рабочего цикла (всасывание) [5]:

$$\frac{d^2 x_0}{dt^2} = -\frac{1-\zeta_n}{2(l_n+x_0)} \left(\frac{dx_0}{dt}\right)^2 - \frac{g x_0}{l_n+x_0} - \frac{P_{\text{вак}} - P_a + \rho g Z_1}{\rho(l_n+x_0)}, \quad (2)$$

где l_n — приведенная длина колонкового набора, м; x_0 — координата свободной поверхности жидкости, м; ζ_n — приведенный коэффициент гидравлических сопротивлений колонкового набора; g — ускорение свободного падения, м/с²; Z_1 — заглубление насосного блока под уровень моря, м; $P_{\text{вак}}$ — вакуумметрическое давление упругих паров жидкости, Па; P_a — атмосферное давление воздуха, Па.

Решение уравнения (2) может быть найдено при помощи численного метода Рунге-Кутты. Процедура (подпрограмма) расчета приведена на рис. 2. Шаг вычисления корней уравнения методом Рунге-Кутты принят равным $\epsilon=0.00001$. В табл. 1 показано соответствие обозначений, принятых в формуле (2) и в программе расчета.

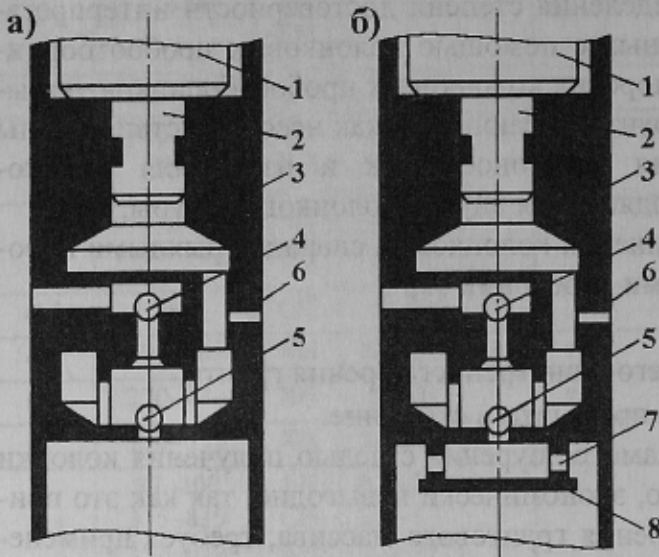


Рис.1. Насосный блок подводной буровой установки УГВП(-130)150: 1 — боек гидроударного механизма погружателя; 2 — шток (нижняя ступень дифференциального поршня); 3 — нижняя наковальня; 4 — нагнетательный клапан; 5 — всасывающий клапан; 6 — дроссельная втулка; 7 — отверстия; 8 — перегородка

```

procedure uravnen;
begin
f:=- $(a1/(lp+y)) * z^2 - p/ro/(lp+y) - g*y/(lp+y)$ ;
end;
BEGIN
t:=1/2/n;h:=0.00001;x:=0; w:=0; v:=0; y:=w; z:=v;
repeat
uravnen; a:=h*f; x:=x+h/2; y:=w+v*h/2+a*h/8; z:=v+a/2;
uravnen; b:=h*f; z:=v+b/2;
uravnen; c:=h*f; x:=x+h/2; y:=w+h*v+h*c/2; z:=v+c;
uravnen; y:=w+h*(v+(a+b+c)/6); w:=y; z:=v+(a+(b+c)*2+h*f)/6; v:=z;
until x>=t;
writeln(z:6:4);
END.
    
```

Рис. 2. Подпрограмма решения уравнения (2) методом Рунге-Кутты

Табл. 1. Соответствие обозначений, принятых в формуле (2) и в программе расчета (рис.2)

Программа	Формула (2)	Программа	Формула (2)
<i>f</i>	$\frac{d^2 x_0}{dt^2}$	<i>z</i>	$\frac{dx_0}{dt}$
<i>a1</i>	$\frac{1 - \zeta_n}{2}$	<i>p</i>	$P_{вск} - P_a + \rho g Z_1$
<i>lp</i>	l_n	<i>ro</i>	ρ
<i>y</i>	x_0	<i>g</i>	g

Результаты расчета давления, возникающего при гидроударе в колонковой трубе, даны в табл. 2.

Табл. 2. Сопоставление гидроударного давления и предельной прочности на одноосное сжатие донных грунтов

Наименование грунта	Длина керна, м	Глубина акватории, м	Скорость потока перед перестановкой клапанов, м/с	Величина гидроударного давления, МПа	Предельная прочность грунта на сжатие, МПа
Песок мелкий	1	10	0,29	0,41	0,025
	3		0,11	0,16	
	5		0,07	0,19	
	7		0,05	0,07	
	1	20	0,42	0,6	
	3		0,16	0,23	
	5		0,10	0,15	
	7		0,07	0,08	
Супесь	1	10	0,87	1,21	0,52
	3		0,30	0,43	
	5		0,19	0,28	
	7		0,14	0,21	
	1	20	0,96	1,37	
	3		0,45	0,64	
	5		0,29	0,41	
	7		0,22	0,31	

Проведенные расчеты показывают, что в случае бурения в рыхлых грунтах (пример — песок мелкозернистый) значение гидроударного давления превышает прочностные характеристики грунта на протяжении всего рейса. Разрушение более прочных пород (пример — супесь) может наступать лишь на начальном этапе бурения. В результате разрушения верхушки керна происходит снижение геологической информативности всей керновой пробы. С целью предотвращения нежелательного изменения качества керновой пробы при бурении подводных скважин установками УГВП-130(150) в насосном блоке была предусмотрена перегородка, которая играет роль отражателя гидроударных волн (рис. 1,б), что наряду с использованием керна-берегающей технологии бурения и извлечения керна из кернаприемной трубы позволило значительно повысить выход керна и его достоверность.

Библиографический список

1. Калініченко О.І., Русанов В.А. Аналіз стану робіт по підвищенню рейсової проходки і збереженню кернового матеріалу при бурінні підводних свердловин // Сб. научн. трудов НГА України. №3, Том 2 Геология полезных ископаемых и технология разведки. — Днепропетровск, 1998. — С. 247–252.
2. Ortloff I.E. Sediment penetration tests with an open tube cable-operated impact hammer sampling device // Paper Amer. Soc. Mech. Eng. — New York, 1970. — 12 p.
3. Шелковников И.Г., Лукошков А.В. Технические средства подводного разведочного бурения и опробования. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1979. — 224 с.
4. Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод. — М.: Недра, 1991. — 331 с.
5. Русанов В.А. Обоснование рациональных технологических режимов ударно-вибрационного бурения подводных скважин. — Дис...канд. техн. наук. — Днепропетровск, 1999. — 150 с.
6. Флорин В.А. Основы механики грунтов. Т 1. — Л., М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1959. — 358 с.
7. Ребрик Б.М. Справочник по бурению инженерно-геологических скважин. — М.: Недра, 1983. — 288 с.

© Русанов В.А., Рязанов А.Н., 2002

УДК 622.1:681.3

ФЛАТОВА І.В. (ДонНТУ)

ГЕОІНФОРМАЦІОННІ СИСТЕМИ В КЕРІВНИЦТВІ ГІРНИЧОВИДОБУТНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

Будь-яка сфера виробничої діяльності базується на повній системі інформації. Однак, як система вона може бути розглянута тільки, коли чітко регламентована інформаційна взаємодія, окремі інформаційні потоки і є можливість їх регулювання. Необхідність таких видів діяльності як збір, передача, обробка інформації ще не визначає інформаційну систему. Тільки після визначення методів і способів використання результатів функціонування діючої інформації можна казати про інформаційну систему. Кінцевою метою інформаційної системи (в тому числі і заснованої на географічних принципах) є автоматизація процесів підготовки і прийняття виробничих рішень.

Суть і призначення геоінформаційних систем (ГІС) для рішення задач управління необхідно розглядати з економічної, технологічної і технічної сторін.